

**УДК 615.849.19.03:616.5.**

*М.В.Цокота, аспірант гр. ПБ-72м*  
КПІ ім. Ігоря Сікорського

## **МЕТОДИ НЕІНВАЗИВНОЇ ДІАГНОСТИКИ В ДЕРМАТОЛОГІЇ**

**Анотація.** В статті розглядаються види візуалізації та біофізичні методи неінвазивної діагностики уражень шкіри. Аргументовано необхідність підвищення чутливості та роздільної здатності для приладів і дермоскопічної лазерної діагностики.

**Ключові слова:** неінвазивна діагностика, дерматологія, лазери, лазерна мікроскопія.

### **ВСТУП**

Діагностична візуалізація в дерматології до цього існувала протягом багатьох років лише в мікроскопії та ультразвуковому відбитому світлі.

Хоча лазерна терапія [1] активно використовується при акупунктурі, а лазерна діагностика при спектроскопії шкіри та різних органів показала свою ефективність, потребує врахування просторового розподілу розсіяного випромінювання [2].

Збільшення якості клінічної діагностики обмежена глибиною низької роздільної здатності та проникнення, тому вимагає вдосконалення існуючих методів.

Світлова мікроскопія є найважливішим, у багатьох випадках незамінними діагностичними інструментами, значення яких для багатьох питань доведено. В останні роки було розроблено багато нових діагностичних методів обстеження шкіри. До них відносяться візуалізація та фізичні методи, які автоматично оцінюють ураження та забезпечують розпізнавання.

Нові методи повинні довести свою специфіку та чутливість до діагностики, особливо в галузі онкології. Створення цих нових методів в дерматологічній рутинній діагностики також залежить від багатьох інших факторів вартості, додатків, час відгуку, практичності, здатність до навчання, інтерпретації результатів тощо.

### **ПІДГОТОВКА ТЕКСТУ СТАТТІ**

Застосування лазерів в біології та медицині, та розробка компактного лазерного випромінювача, описано авторами [3] та ґрунтуються на використанні широкого кола явищ, пов'язані з різними проявами біологічних об'єктів з взаємодією світла. Класифікація основних принципів використання лазера в різних областях хірургії, терапії і діагностики наведена на рис. 1, беручи до уваги зазначеної групи процесів.

Для діагностики використовується непертурбаційний вплив, коли біологічна тканина не змінює своїх властивостей при дії світлового випромінювання. Це такі ефекти, як розсіювання, відображення та проникнення.

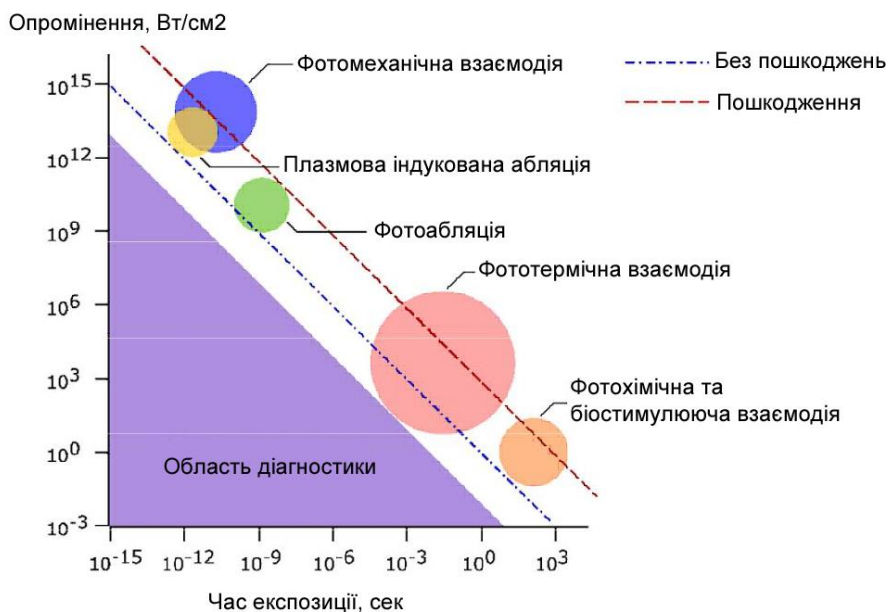


Рис. 1. Основні принципи використання лазера. Кольорові кола позначають взаємодію між тканиною і світлом, що призводить до структурних змін. Площа нижче цих кіл вказує на оптимальну область для розробки методик та технологій діагностики (адаптована за попередніми схемами взаємодії опромінення тканин [4,5]).

Тому, основи застосування лазерного випромінювання в біомедицині, спирається на те, що всі органічні макромолекули демонструють характерні спектри оптичного поглинання, відбиття, розсіювання і люмінесценція. Ці спектри відрізняються для окислених і відновлених станів молекулярних компонентів, при цьому співвідношення різних форм і концентрацій цих компонентів у досліджуваній області визначається загальною функціональною активністю багатьох клітинних структур та органел, включаючи еритроцити (еритроцити). Таким чином, поглинання та розсіювання є двома основними оптичними процесами, які можуть використовуватися для діагностичної інформації без модифікації або пошкодження досліджених тканин.

Нижче описано методи, вже встановлені в рутинній діагностиці. Інші пристрої та нові розробки представлені лише коротко.

Конфокальна лазерна мікроскопія (КЛМ) існує приблизно з 1990-х років, та дозволяє відображати епідермісу в реальному часі з високою роздільною здатністю та неінвазивно. Їх основним напрямом застосування є диференційний діагноз пігментних уражень.

Описана техніка авторами [6], з лазером довжиною хвилі 830нм, де показано, як при цьому шкіра висвітлюється зверху, і для формування зображення використовують детекторну діаграму що дає максимальну яскравість на світлих ділянках шкіри. Окремі зображення мають розмір 500 мкм x 500 мкм, але x 8 мм можуть бути зібрані за допомогою двовірного бокового зміщення для мозаїки до 8 мм. Площини можуть бути переміщені в глибину поступово, і зображення глибиною від 200 мкм, стають все більш розмитими. Глибина зрушення може також автоматично запускати на одному зображенні, так що утворюється структури стеки (стеки).

Різкість всіх пристроїв становить від 1 до 3 мкм, таким чином, в клітинному діапазоні. Стандартизовані зйомки зображення поразки складається з трьох мозаїк в висоті верхнього епідермісу.

Наступним, дещо новішим методом, є оптична когерентна томографія (ОКТ) є дещо новішою технікою порівняно з КЛМ. Спочатку вона була розроблений для офтальмологічної діагностики. Шкіра є сильно диспергованим середовищем, тому техніка повинна бути модифікована для дерматології. Тим часом, ОКТ також звичайно використовується в дерматології в деяких дерматологічних клініках та ряді практик, що спеціалізуються на діагностиці пухлин. Основна увага приділяється діагностиці базально-клітинних карцином.

ОКТ забезпечує глибинні секційні зображення шкіра в реальному часі з проникненням від 1 до 1,5 мм і роздільною здатністю менше 10 мкм. Зображення мають довжину в декілька міліметрів і можуть складатися з бокового переміщення в трьохмірні блоки, завдяки чому можливе одночасне представлення горизонтальних зображень.

При багатоспектральному аналізі шкіра стає схожою з відбитковою світловою мікроскопією освітлений світлом, але з декількома довжинами хвиль, та може бути використана для скрінінгу множинного диспластичного нерва, щоб виявити особливо виражені ураження. Інша можливість, як і в послідовній відео дерматоскопії, дозволяє багаторазово виміряти ушкодження в короткостроковій перспективі та спостерігати за тим, як змінюється оцінка.

В дерматології новим та інноваційним методом є оптоакустична візуалізація, яка вже абробована в дослідженнях неінвазивної діагностики лімфатичних вузлів [7]. Базується нагріванні барвника під час підсвічування з короткими лазерними спалахами. При цьому зона опромінення одночасно досліджується ультразвуковими хвилями.

Окрім екзогенних флуоресцентних барвників, також можуть використовуватися ендогенні барвники як використовувати меланін для візуалізації. Шаблон звукової хвилі знаходиться в перетворенні у тривимірне зображення з високою роздільною здатністю.

Неінвазивна технологія матиме революцію в медицині в найближчі декілька років. Тому майбутніми перспективами для цього є вдосконалення та адаптація лазерних діагностичних, терапевтичних методик.

У найближчі кілька років неінвазивна технологія матиме революцію в медицині. Майбутні перспективи для MLNDS - це розробка високоефективних компактних лазерних джерел, які за низькою ціною будуть індивідуально чи в гібридному форматі охоплювати практично будь-які спектральні діапазони, необхідні для лазерної діагностики.

Отже, для неінвазивної діагностики в дерматології доступні методи візуалізації, які дозволяють розглядати шкіру з високою роздільною здатністю в реальному часі. Конфокальна лазерна мікроскопія вже зарекомендувала себе для діагностики меланоцитарних пошкоджень, оптичної когерентної томографії для діагностики базально-клітинних карцином при звичайному використанні. Обидва методи підвищують чутливість і специфічність щодо дерматоскопія, служать для раннього виявлення, а в деяких випадках можуть допомогти

уникнути біопсії. В даний час область дерматологічної діагностики проходить швидкий розвиток. Очікується, що нові методи або комбінація методів ще більше поліпшать оцінку багатьох параметрів, таких як розільна здатність і глибина проникнення, чутливість, специфічність і селективність, щоб можна було досягти справжньої оптичної біопсії.

### **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Шимон В.М., Кубаш В.В., Шерегій А.А., Стойка В.В. Особливості перебігу і лікування посттравматичного остеомієліту довгих кісток нижньої кінцівки із застосуванням ендолімфатичної лазерної та антибіотикотерапії // Матеріали XLVII Міжнародної науково-практичної конференції «Застосування лазерів у медицині та біології». – Київ, 2017. – С.44-47.
2. Безугла Н.В. Вплив осової анізотропії розсіяння біологічних середовищ на точність визначення оптичних коефіцієнтів методом Монте-Карло / Н.В. Безугла, М.О. Безуглий, Г.С. Тимчик, К.П. Вонсевич // Наукові вісті НТУУ “КПІ”. – 2015, №1 (99). – С.85 – 91.
3. Julia Welzel, Sandra Schuh Nichtinvasive Diagnostik in der Dermatologie // Journak of the German Society of Dermatology, Deutsche Dermatologische Gesellschaft (DDG). - Dortmund, 2017 – p.999-1017.
4. V.S. Letokhov, Laser biology and medicine, Nature. 316 (1985) 325—330.doi:10.1038/316325a0.
5. V. Tuchin, Tissue Optics and Photonics: Light-Tissue Interaction II, J. Biomed. Photonics Eng. 2 (2016) 30201. doi:10.18287/JPPE16.02.030201.
6. V. V Tuchin, ed., Handbook of Optical Biomedical Diagnostics, Second Edition: 2-Volume Set(Vols. PM262 and PM263), SPIE Press, Bellingham, WA, 2016.
7. Themstrup L, Ciardo S, Manfredi M et al. In vivo micro-morphological vascular changes induced by topical brimonidine studied by dynamic optical coherence tomography. J Eur Acad Dermatol Venereol 2016; 30: 974–9.

***Наук. керівник – д.т.н., проф. Тимчик Г.С.***